

Неинвазивная вентиляция легких в отделении реанимации: вчера, сегодня, завтра (обзор литературы)

А. В. Власенко^{1,2}, А. Г. Корякин², Е. А. Евдокимов¹, И. С. Ключев¹

¹Кафедра анестезиологии и неотложной медицины ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

²ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница имени С. П. Боткина Департамента здравоохранения Москвы»

РЕЗЮМЕ

Развитие медицинских технологий и появление новых методов респираторной поддержки с широкими возможностями управления положительным давлением на вдохе и выдохе сделало возможным реализацию неинвазивной вентиляции легких. Интеграция микропроцессоров в современные респираторные интерфейсы, с одной стороны, и более глубокое понимание механизмов патогенеза дыхательной недостаточности – с другой, позволило усовершенствовать и внедрить в повседневную клиническую практику разные методы неинвазивной респираторной поддержки. Накопленный в последние десятилетия опыт применения неинвазивной вентиляции легких сделал возможным широкое использование этого метода респираторной поддержки в самых разных клинических ситуациях. Однако вопросы отбора пациентов для масочной вентиляции, выбор метода и алгоритма его применения, прогноз эффективности, предупреждение отрицательных эффектов по-прежнему остаются актуальными. Это диктует необходимость продолжения изучения клинической эффективности неинвазивной вентиляции легких у пациентов с дыхательной недостаточностью различного генеза. В обзоре представлены возможности и ограничения применения неинвазивной респираторной поддержки у пациентов дыхательной недостаточностью в отделении реанимации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: острая дыхательная недостаточность, искусственная вентиляция легких, неинвазивная респираторная поддержка, высокопоточная оксигенотерапия.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Non-invasive ventilation in intensive care unit: yesterday, today, tomorrow (literature review)

A. V. Vlasenko^{1,2}, A. G. Koryakin², E. A. Evdokimov¹, I. S. Klyuev¹

¹Russian Medical Academy for Continuing Professional Education, Moscow, Russia

²City Clinical Hospital n.a. S. P. Botkin, Moscow, Russia

SUMMARY

The development of medical technologies and the emergence of new methods of respiratory support with extensive capabilities to control positive pressure on the inhale and exhale made it possible to implement non-invasive ventilation. The integration of microprocessors in modern respiratory interfaces, on the one hand, and a deeper understanding of the mechanisms of the pathogenesis of respiratory failure, on the other hand, made it possible to improve and implement various methods of non-invasive respiratory support in everyday clinical practice. The experience gained in recent decades with the use of non-invasive ventilation made it possible to widely use this method of respiratory support in a wide variety of clinical situations. However, the selection of patients for mask ventilation, the choice of method and algorithm for its application, prognosis of effectiveness, prevention of negative effects, as before, remain relevant. This dictates the need to continue studying the clinical efficacy of non-invasive ventilation in patients with respiratory failure of various origins. The review presents the possibilities and limitations of the use of non-invasive respiratory support in patients with respiratory failure in the intensive care unit.

KEY WORDS: acute respiratory failure, mechanical ventilation, non-invasive respiratory support, high-flow oxygen therapy.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Введение

Лечение тяжелой острой дыхательной недостаточности (ОДН) на сегодняшний день остается одной из наиболее сложных и затратных проблем медицины. Для ее успешного решения требуется использование комплекса современных респираторных технологий, адьювантных методов лечения, мультидисциплинарного подхода к диагностике и лечебно-профилактическим мероприятиям. В комплексе лечения ОДН ведущее место занимает респираторная поддержка (РП), основными задачами которой является временное полное или частичное протезирование функции внешнего дыхания, поддержание адекватного газообмена в легких и коррекция гипоксии [1, 3]. Респираторная поддержка позволяет улучшить альвеолярную вентиляцию

и биомеханику легких, снизить работу дыхания пациента, корректировать гипоксемию и гиперкапнию при лечении дыхательной недостаточности (ДН) различного генеза.

Современная РП включает разные способы доставки обогащенной кислородом дыхательной смеси в легкие пациента. Это традиционная низкопоточная оксигенотерапия (НПО, скорость потока кислорода 2–4 и более л/мин), высокопоточная оксигенотерапия (ВПО, скорость потока газовой смеси 30–60 и более л/мин), неинвазивные методы вентиляции легких (НИВЛ), конвекционная вспомогательная или полностью управляемая искусственная вентиляция легких (ВИВЛ, ИВЛ), полуавтоматические и (или) интеллектуальные режимы РП, реализуемые посредством

инновационных интерфейсов, позволяющие в определенном диапазоне автоматически корректировать некоторые параметры респираторного паттерна.

ИВЛ получила широкое распространение в начале 50-х годов XX века, когда Н. С. Lassen показал, что выполнение трахеостомии и последующая вентиляция с положительным давлением у пациентов с полиомиелитом снижают летальность более чем в два раза – с 87 до 40% [110]. С этого времени конвекционная РП вытеснила ранее используемую сложную, громоздкую и непрактичную ИВЛ с отрицательным давлением.

Однако уже в конце 1960-х были получены данные о негативном влиянии высокой фракции вдыхаемого кислорода дыхательной смеси (FiO_2) и вентиляции слишком малыми дыхательными объемами. В 1974 году Н. Webb и D. Tierney в эксперименте показали отрицательное влияние высоких значений пикового давления в дыхательных путях [121]. В 1993 году все известные механизмы повреждения легких объединили в концепцию вентилятор-индуцированного повреждения легких (ventilator-induced lung injury, VILI) [93]. Позже была показана возможность развития повреждения легких в условиях НИВЛ и вспомогательной ИВЛ вследствие развития высокого транспульмонального давления, а также асинхронизма как в условиях контролируемой, так вспомогательной и неинвазивной РП (self-induced lung injury, SILI) [24]. В последние годы в комплексе этиопатогенетических причин VILI существенное значение отводится т.н. движущему давлению вдоха (driving pressure; $\Delta P = P_{\text{plat}} - \text{PEEP}$) и т.н. механической мощности РП, представляющей собой совокупность используемых дыхательного объема, давлений, потока и частоты дыханий при ИВЛ. Т. Tonetti с соавт. предложил термин «эрготравма» для описания специфического повреждения легких в результате воздействия совокупности «энергетических» повреждающих факторов РП [118]. Таким образом, в настоящее время не вызывают сомнения повреждающие эффекты любого способа РП (НИВЛ, ВИВЛ, ИВЛ) на органы-мишени, прежде всего легкие, и необходимости их максимального контроля. Стало понятным, что РП не бывает безопасной, а может быть с более или менее повреждающими (щадящими) параметрами. Совершенствование понимания механизмов VILI позволило сформулировать принципы защиты легких в условиях РП и концепцию щадящей и персонализированной ИВЛ [2, 14, 87, 115]. Эволюция стратегии защиты легких в условиях РП привела к пересмотру парадигмы применения НИВЛ как альтернативы интубации и более безопасному, по сравнению с инвазивной ИВЛ, методу РП.

Краткая история НИВЛ

Современная история НИВЛ начинается в середине XX века, а первые упоминания о ней относят к XVII веку [41]. В 40–50-х годах XX века, во время эпидемии полиомиелита в Европе, на фоне совершенствования методов механической вентиляции были заложены и научные предпосылки к использованию НИВЛ. В конце

1930-х годов в Нью-Йорке А. Barach с соавт. представил «уравнивающую камеру переменного давления» (equalizing alternating pressure chamber). Данный аппарат являлся модификацией боксового респиратора, однако при его применении использовалась технология поддержания непрерывного (постоянного) положительного давления в дыхательных путях (CPAP) [20]. Н. Motley с соавт. в 1947 году применили технологию вентиляции с перемежающимся положительным давлением (intermittent positive pressure breathing, IPPB), когда поток газа через лицевую маску прекращался при достижении заданного уровня давления. За основу были взяты первый респиратор положительного давления и маски, применяемые в авиации [79]. Данный метод авторы применяли для лечения различных форм ОДН, а в последующем – при обострении хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) и бронхиальной астмы.

В конце 1950-х – начале 1960-х годов в нескольких западных клиниках начали применять НИВЛ с использованием мундштука в комбинации с боксовыми респираторами у пациентов с нейромышечными заболеваниями и полиомиелитом. В 1993 году были опубликованы результаты успешного применения длительной НИВЛ, как изолированно, так и в сочетании с другими респираторными технологиями, у 257 пациентов в течение практически 40 лет [17].

Накопление данных об успешном использовании НИВЛ с назальными масками при лечении обструктивного сонного апноэ [27, 64] способствовало значительному росту интереса к масочной вентиляции легких. Начиная с середины 1980-х годов НИВЛ стала широко и успешно применяться при обострении ХОБЛ и декомпенсации хронической сердечной недостаточности (ХСН) [74], а уже спустя десятилетие НИВЛ стала рутинным методом респираторной поддержки при лечении ОДН различного генеза.

Следует отметить рост в последние десятилетия использования НИВЛ в домашних условиях, особенно у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) тяжелой степени вне обострения, различными нейромышечными заболеваниями, синдромом ожирения, хронической сердечной недостаточностью (ХСН), обструктивным апноэ во сне [109].

Отбор пациентов для НИВЛ

Тщательный отбор пациентов является одним из важнейших факторов успешного применения неинвазивной вентиляции легких. Многочисленные исследования в этой области позволили существенно расширить спектр показаний к НИВЛ. На сегодняшний день использование неинвазивной вентиляции может быть эффективно в следующих ситуациях:

- обструктивные и рестриктивные заболевания легких;
- комплексная терапия кардиогенного отека легких;
- лечение сонного апноэ, диспноэ;
- профилактика декомпенсации ОДН – альтернатива эндотрахеальной интубации при отсутствии абсолютных показаний к ИВЛ;

- профилактика реинтубации в раннем постэкстубационном периоде у пациентов с ОДН различного генеза;
- возможность избежать осложнений, связанных с интубацией трахеи, длительной ИВЛ и последующей трахеостомией;
- возможность более ранней экстубации – сокращение продолжительности инвазивной ИВЛ;
- НИВЛ вне стационара (домашняя РП);
- паллиативная помощь у пациентов с терминальной стадией хронических респираторных, неврологических и (или) онкологических заболеваний [44, 56, 63, 82, 96, 104].

Принципиальным фактором успешного использования НИВЛ является надлежащий мониторинг функции внешнего дыхания и общего состояния пациента. Необходимость тщательного мониторинга важна для комплексной оценки эффективности НИВЛ, которую следует учитывать начиная с первых минут после начала терапии. Основой контроля за состоянием пациента является регулярная оценка основных жизненных показателей: частоты дыхательных движений, вовлечения в процесс дыхания вспомогательной мускулатуры, уровня сознания. Помимо этого, необходим постоянный мониторинг ЭКГ и величины артериального давления, измеряемого инвазивным или неинвазивным способом, пульсоксиметрии. Анализ газового состава и метаболического статуса в пробах артериальной и смешанной венозной крови до начала НИВЛ и в ближайшие часы после ее начала позволяет оценить степень и характер тяжести нарушений газообмена, состояние компенсаторных механизмов и эффективность РП. Немаловажным звеном мониторинга являются данные, предоставляемые непосредственно респиратором, особенно графическая интерпретация параметров респираторного паттерна и биомеханики легких. Анализ и своевременная коррекция параметров неинвазивной вентиляции позволяют улучшить комфорт пациента и повысить эффективность проводимой РП [42].

Следует отметить различную клиническую эффективность НИВЛ у разных пациентов с ОДН. Анализ результатов исследований показывает от 5 до 30 % случаев неэффективного применения НИВЛ при ОДН различного генеза [11, 23]. Имеются данные, что в таких случаях часто имели место задержки интубации или реинтубации [33, 38, 39, 43]. При этом ряд исследований показали, что положительные эффекты НИВЛ в течение первого часа ее применения (пациенты-респондеры) имеют большую прогностическую значимость в отношении последующего результата лечения, чем исходные тяжесть ОДН и пациента в целом. [84]. Таким образом, начало неинвазивной вентиляции требует тщательного подхода к отбору пациентов, учету факторов риска и быстрой оценки эффективности ее применения.

Факторы риска неэффективности НИВЛ можно представить следующим образом:

- $pH < 7,25$;
- $APACHE II > 29$;

- $SAPS > 34$;
- острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС);
- тяжелая гипоксемия;
- шок;
- метаболический ацидоз;
- пневмония;
- нарушение психического статуса [9, 11, 30, 101].

Противопоказания для использования НИВЛ

Комплексная оценка пациента с ОДН, нуждающегося в проведении РП, включает в себя и скрининг по выявлению возможных противопоказаний к НИВЛ. Противопоказания к неинвазивной вентиляции определены следующим образом:

- остановка сердечной деятельности;
- декомпенсация органной недостаточности (внепочечной):
- тяжелая энцефалопатия (менее 10 баллов по шкале ком Глазго);
- желудочно-кишечное кровотечение из верхних отделов ЖКТ;
- прогрессирующая ишемия миокарда или жизнеугрожающие аритмии;
- фациальная травма, перенесенные хирургические вмешательства на лице;
- обструкция верхних дыхательных путей;
- неспособность пациента сотрудничать с медицинским персоналом;
- неспособность пациента самостоятельно удалять секрет верхних дыхательных путей;
- высокий риск аспирации [8, 77].

При этом следует подчеркнуть, что угнетение уровня сознания до комы, вызванное нарастанием гиперкапнической ОДН, не является абсолютным противопоказанием к НИВЛ. G. Díaz с соавт. попытался установить, насколько успешным будет применение неинвазивной вентиляции у пациентов в гиперкапнической коме в сравнении с пациентами с более высоким уровнем сознания (более 8 баллов по шкале комы Глазго). Исследователями было установлено, что улучшение уровня сознания в течение часа терапии НИВЛ ($OR = 2,32$; 95 % ДИ: 1,53–3,53) является предиктором успешного использования неинвазивной РП, 80 % пациентов в исследуемой группе положительно ответили на проводимую терапию в сравнении с 70 % респондеров в контрольной группе [36]. Схожие выводы продемонстрировал D. Contou с соавт. Исследователями было также установлено, что применение НИВЛ в качестве терапии первой линии у всех пациентов с гиперкапнией, несмотря на высокий риск неудачи и задержки интубации, не ухудшает прогноз и результат лечения [32].

Интерфейсы, используемые для НИВЛ и возможные осложнения

Эффективность НИВЛ зависит от правильно подобранного интерфейса. Для успешного функционирования системы «пациент – респиратор» необходимо учитывать конфигурацию лица, предпочтение назальному или

оральному соединению, состояние рото- и носоглотки, субъективный комфорт пациента [103]. Идеальный интерфейс для НИВЛ подразумевает отсутствие утечек, атравматичность, гипоаллергенность, долговечность, низкую стоимость и легкость в производстве, доступность в нескольких размерах. Помимо этого, основные его характеристики должны предполагать низкое сопротивление потоку вдыхаемой воздушно-газовой смеси и минимальный размер мертвого пространства [86]. В *таблице* представлена сравнительная характеристика основных интерфейсов для НИВЛ [97]. Последние достижения в области производства таких масок включают в себя большую анатомичность, улучшающую комфорт пациента, быстросъемные ремни фиксации и специальные клапаны, минимизирующие риск возвратного дыхания [86]. Однако следует отметить, что, несмотря на широкий выбор современных масок и мундштуков, на сегодняшний день не существует идеального интерфейса для НИВЛ.

Вопрос наиболее оптимального выбора интерфейса для НИВЛ по-прежнему остается открытым [124].

Так, мундштуки предпочтительны к использованию у пациентов с нейромышечными заболеваниями, особенно в сочетании с ороназальными масками во время сна [18].

Назальные маски и канюли предпочтительны к использованию в течение длительного времени у пациентов с гиперкапнической и гипоксической ОДН [111].

Ороназальные маски, гибридные и маски типа *total face* наиболее часто используются у пациентов с тяжелой ОДН.

Шлемы для НИВЛ, первоначально используемые для гипербарической оксигенации (ГБО), состоят из прозрачного колпака и мягкого воротника, который фиксируется ремнями в подмышечной области. Шлем имеет два порта: для вдоха и выдоха [86]. В последние годы НИВЛ посредством шлема все чаще используется у пациентов с паренхиматозной ОДН.

Результаты сравнения стандартных шлемов, шлемов с жестким воротником и ороназальных масок на здоровых испытуемых не выявили различий в комфорте, синхронизации с респиратором и инспираторном усилии, однако обнаружилось некоторое уменьшение работы дыхания при использовании шлемов [119]. В эксперименте установлено, что работа дыхания уменьшается при применении ороназальной маски для модели здоровых легких. В случае модели легких с ХОБЛ работа дыхания снижается при использовании шлема [88]. Другой эксперимент, проведенный при участии восьми здоровых добровольцев, показал превосходство ороназальных масок над шлемами в отношении лучшей синхронизации между пациентом и респиратором [34]. Использование режима PSV на здоровых испытуемых также продемонстрировало большую эффективность ороназальных масок над шлемами в виде уменьшения работы дыхания [29]. Аналогичный результат был получен у педиатрических пациентов при сравнении клинической эффективности ороназальных масок и шлемов [31].

Следует особо отметить, что для обеспечения эффективности любого метода РП необходимо адекватное

увлажнение и согревание воздушно-газовой смеси. Кондиционирование вдыхаемого газа должно осуществляться вне зависимости от используемого интерфейса. Современные технологии увлажнения представлены тепловлагообменными фильтрами (ТВО) нескольких видов и активными увлажнителями испарительного типа [122]. Вдыхание адекватно увлажненного и согретого газа позволяет поддерживать функционирование эпителия трахеобронхиального дерева и мукоцилиарный клиренс на должном уровне [123], обеспечивая комфорт пациента и снижая риск развития или прогрессирования вторичных гнойно-септических осложнений [105]. На сегодняшний день предпочтительнее использовать увлажнители испарительного типа при проведении неинвазивной вентиляции легких (уровень доказательности 2B), в то время как ТВО противопоказаны к применению в этой ситуации (уровень доказательности 2C) [102].

Как и любой метод РП, НИВЛ имеет свои осложнения и неблагоприятные эффекты. Их можно разделить на несколько групп:

- осложнения, связанные с интерфейсом (описание в *таблице*, раздел «Недостатки»);

Таблица
Адаптировано по Pisani L. с соавт.

Интерфейс	Преимущества	Недостатки
Мундштук	Отсутствие пролежней Нет необходимости в фиксации	Необходимость хорошо обхватывать ртом мундштук Сухость ротовой полости Гиперсаливация Трудности с коммуникацией Утечка, асинхрония
Назальная маска	Возможность приема пищи, коммуникации, кашля и удаления мокроты, не прерывая сеанса НИВЛ	Риск образования пролежней Необходимость в проходимости полости носа Утечка через полость рта
Назальные канюли	Отсутствие пролежней	Возможна утечка при высоком давлении (> 15 см вод. ст.) Раздражение полости носа
Ороназальная маска	Отсутствие необходимости в сотрудничестве Возможность дыхания носом и ртом	Риск образования пролежней Рвота, клаустрофобия Трудности с коммуникацией и кашлем
Гибридная маска	Возможность дыхания носом и ртом Отсутствие пролежней	Возможна утечка при высоком давлении (> 15 см вод. ст.) Раздражение полости носа Трудности с коммуникацией и кашлем
Total face	Низкая утечка Возможность быстро надеть Отсутствие необходимости в сотрудничестве Показана при отсутствии зубов	Рвота Клаустрофобия Трудности с коммуникацией и кашлем
Шлем	Низкая утечка Возможность быстро надеть Отсутствие пролежней Отсутствие необходимости в сотрудничестве	Рвота Клаустрофобия Возвратное дыхание Шум Асинхрония Риск пролежней подмышечной области

- осложнения, связанные с использованием положительного давления и потока газа: болезненность в носоглотке, наружном слуховом проходе, сухость слизистых носо- и ротоглотки, раздражение слизистой глаз, аэрофагия;
- аспирация содержимого рото-, гортаноглотки, желудка;
- баротравма, волюмотравма, асинхрония, SILI [50, 57].

Клиническое применение НИВЛ в отделении реанимации

ХОБЛ – заболевание, характеризующееся персистирующим ограничением скорости воздушного потока в дыхательных путях, которое обычно прогрессирует и связано с воспалительной реакцией бронхолегочной системы различной этиологии [6]. Персистирующее воспаление приводит к сужению периферических дыхательных путей, неравномерной вентиляции, нарушению вентиляционно-перфузионной способности легких, динамической гиперинфляции и легочной гипертензии. Присоединение бактериальной или вирусной инфекции приводит к обострению заболевания с нарастанием гиперинфляции, усталости дыхательной мускулатуры и в итоге к декомпенсации ОДН [6, 89]. При ХОБЛ ОДН, как правило, сопровождается гиперкапнией и респираторным ацидозом. Применение НИВЛ в этой ситуации позволяет снизить работу дыхательной мускулатуры, улучшить альвеолярную вентиляцию, элиминацию CO_2 , соответствие вентиляции – перфузии (V/Q) [67].

Эффективность НИВЛ при обострении ХОБЛ доказано множеством клинических исследований и показано в случае развития ОДН средней степени тяжести и респираторного ацидоза (pH : 7,25–7,35; $\text{PaCO}_2 > 45$ мм рт. ст.) (сильная рекомендация, качество доказательств А) [104]. По сравнению со стандартной оксигенотерапией, применение НИВЛ достоверно уменьшает потребность в интубации, снижает летальность и длительность пребывания в ОР [22, 67, 69, 91, 98]. НИВЛ также эффективна в качестве альтернативы ИВЛ при развитии нестабильности гемодинамики, тяжелого ацидоза ($\text{pH} \leq 7,25$) или угнетении сознания у данного контингента пациентов [70, 104].

Бронхиальная астма (БА) – гетерогенное заболевание, характеризующееся хроническим воспалением дыхательных путей и нарушением их проходимости, наличием респираторных симптомов, таких как одышка, свистящие хрипы, заложенность в груди и кашель, с широким спектром их проявлений (по времени, интенсивности и продолжительности) [51]. Использование НИВЛ в сочетании с фармакологическими методами лечения может быть оправданно при обострении БА. Однако в настоящее время недостаточно убедительных данных в отношении улучшения результатов лечения этих пациентов при использовании НИВЛ. А. Soroksky с соавт. отмечает, что НИВЛ в сочетании с нереспираторной терапией улучшает газообмен, позволяет быстрее добиться разрешения приступа БА и сокращает длительность госпитализации [112]. А. Ganesh с соавт. показал, что использование НИВЛ успешно в большинстве случаев (19% неудач, $n = 98$). У пациентов с неэффективной НИВЛ отмечается

более длительная госпитализация [49]. К. Murase с соавт. в ретроспективном когортном исследовании отметили значимое сокращение потребности в интубации и применении управляемой ИВЛ при эффективном использовании НИВЛ [80]. Однако кокрановский систематический обзор выявил недостаточное количество убедительных данных, подтверждающих клиническую эффективность НИВЛ у пациентов с обострением БА, поэтому для объективной оценки роли НИВЛ у данного контингента пациентов требуются дальнейшие исследования [68].

Кардиогенный отек легких – одно из осложнений острой или декомпенсации хронической сердечной недостаточности или гипертонического криза [5]. Использование НИВЛ в данной ситуации позволяет контролировать накопление внесосудистой жидкости, увеличивать функциональную остаточную емкость легких (ФОЕ) и поддерживать газообмен. В условиях НИВЛ у ряда пациентов возможны рост постнагрузки правого желудочка, снижение податливости левых отделов сердца и ударного объема [72, 81].

При кардиогенном отеке легких клиническая эффективность НИВЛ существенно выше, по сравнению с низкочастотной оксигенотерапией, что позволяет снизить частоту интубации и летальность как при декомпенсации сердечной недостаточности, так и при остром инфаркте миокарда (ОИМ) [35, 73, 82, 92, 95, 120, 125].

Важным этапом лечения ДН является ранний постэкстубационный период, когда может потребоваться реинтубация вследствие разных причин (вторичная инфекция, неврологический дефицит, полиорганная дисфункция, мышечная слабость и др.). М. Ferrer с соавт. и ряд других авторов показали, что ранняя экстубация с последующим использованием НИВЛ позволяет снизить продолжительность инвазивной ИВЛ, частоту ее осложнений, время лечения в ОР, сократить потребность в трахеостомии, улучшить прогноз у пациентов с ОДН. Это особенно актуально у пациентов высокого риска (возраст более 65 лет, хронические заболевания сердечно-сосудистой и дыхательной систем), в том числе с обострением ХОБЛ. [44]. В то же время известно: слишком ранняя или незапланированная экстубация является независимым фактором риска и часто ведет к реинтубации, ухудшению состояния, росту рисков фатальных осложнений [117]. Результаты исследования G. Perkins с соавт. показали, что ранняя экстубация с последующим проведением масочной НИВЛ не влияет на длительность РП [94]. Незамедлительное начало НИВЛ после запланированной экстубации у пациентов высокого риска позволяет увеличить внутригоспитальную и 90-суточную выживаемость по сравнению с традиционной оксигенотерапией, в том числе у пациентов с ХОБЛ и высокого риска [45, 83]. Поэтому в настоящее время НИВЛ рекомендуется к рутинному применению в ранний постэкстубационный период у пациентов с ДН различного генеза [46]. Системный обзор 16 РКИ, включивший в основном пациентов с обострением ХОБЛ, показал, что применение НИВЛ снижает летальность и риск развития ВАП и сокращает частоту повторной интубации [25].

У пациентов в раннем послеоперационном периоде на фоне остаточных явлений седоанальгезии и слабости дыхательной мускулатуры возможно снижение ФОЕ и формирование компрессионных ателектазов, что может стать причиной развития послеоперационной пневмонии и ОДН [62]. Применение НИВЛ в раннем послеоперационном периоде у пациентов как с интактными легкими, так и с ОДН снижает риск реинтубации, развития пневмонии и частоту внутригоспитальной летальности [15]. Профилактическое применение назального СРАР в течение первых 24 часов после хирургических вмешательств на торакоабдоминальном отделе аорты минимизирует частоту развития легочных осложнений и длительность пребывания в стационаре [65]. Использование НИВЛ при манифестации ОДН после абдоминальных хирургических вмешательств сокращает риск реинтубации по сравнению с низкпоточной оксигенотерапией [60]. Аналогичные данные были получены и в других, более ранних работах: использование разных методов НИВЛ после различных хирургических вмешательств позволяет сократить продолжительность ИВЛ; снижает риск повторной интубации, развития пневмонии; сокращает продолжительности лечения в ОР и госпитальную летальность [61, 113].

НИВЛ эффективна для преоксигенации перед интубацией у пациентов с гипоксемической ОДН. По данным С. Baillard с соавт., преоксигенация с помощью НИВЛ снижает риск десатурации во время интубации трахеи по сравнению с преоксигенацией лицевой маской с мешком Амбу [19].

Использование некоторых методов НИВЛ оправданно при выполнении фиброоптической бронхоскопии (ФБС) и бронхоальвеолярного лаважа у разного контингента пациентов. Применение неинвазивной вентиляции у пациентов с тяжелой гипоксемией позволяет избежать декомпенсации ОДН и последующего перевода на ИВЛ [12]. Имеются данные о преимуществах высокопоточной оксигенотерапии (ВПО), по сравнению с высокочастотной ИВЛ (ВЧИВЛ), при манипуляции на верхних дыхательных путях. Ни в одном из наблюдаемых случаев не отмечалась декомпенсация функции внешнего дыхания, требующая немедленной интубации [10, 37].

В последние десятилетия в структуре причин развития дыхательной недостаточности все большее значение приобретает ОДН, обусловленная синдромом ожирения (гиповентиляция, гиперкапния, гипоксемия и т.д.). Часто гиперкапническая ОДН у данного контингента пациентов требует проведения РП [107]. Однако у большинства этих пациентов положительный эффект достигается при использовании НИВЛ. Исследование А. Ortega González с соавт. показало, что при манифестации ОДН нет существенных различий в исходных показателях анализов газов артериальной крови как у пациентов с синдромом ожирения (группа 1), так с ХОБЛ (группа 2) и с ХСН (группа 3). Через 1–3 часа НИВЛ в группах 1 и 2 отмечались нормализация рН, рост PaO_2 , снижение PaCO_2 при отсутствии значимой динамики этих показателей в группе 3. Через сутки НИВЛ в группах 1 и 2 среднее значение рН составило 7,36, а в группе 3 – 7,25. В этом исследовании была отмечена

нулевая летальность в группе 1 по сравнению с группой 2 (11,1 %) и группой 3 (33,3 %) [90]. В проспективном исследовании 736 пациентов (173 с синдромом ожирения – гиповентиляции и 543 с обострением ХОБЛ), проведенном А. Carrillo с соавт., было показано, что применение НИВЛ у данных групп пациентов обладает схожей эффективностью. Однако в группе пациентов с синдромом ожирения – гиповентиляции отмечались более низкий процент неудач применения НИВЛ (12,00%; 67,13 % – в группе ХОБЛ; $p = 0,037$), меньшая внутригоспитальная летальность, более высокий показатель однолетней выживаемости [26].

Нейромышечные нарушения представляют собой гетерогенную группу заболеваний, влияющих на скелетные мышцы вследствие аномалий двигательных нервов, нервно-мышечного соединения, ионных каналов, клеточного матрикса и метаболических нарушений. В зависимости от клинического течения, данную группу заболеваний можно классифицировать как медленно прогрессирующие с периодическими обострениями хронической ДН и быстро прогрессирующие с нарастанием вентиляционной ДН [100]. В обоих случаях показано применение НИВЛ. Использование НИВЛ в сочетании с современными возможностями тщательного дренирования и удаления секрета трахеобронхиального дерева является методом выбора у пациентов с мышечной дистрофией Дюшенна, миастенией, синдромом Гийена – Барре [76, 100, 108]. Однако, несмотря на очевидную клиническую эффективность НИВЛ у данного контингента пациентов, в литературе нет данных сравнения НИВЛ и традиционной оксигенотерапии с точки зрения частоты интубаций, развития пневмоний, осложнений и летальности.

Пациенты со сниженным иммунным статусом (гематологические заболевания, ВИЧ, СПИД, после трансплантации органов, химиотерапии) считаются уязвимыми к развитию вторичных гнойно-септических осложнений, прежде всего связанных с интубацией – вентилятор-ассоциированная пневмония (ВАП). Интубация трахеи и проведение инвазивной ИВЛ у данного контингента пациентов связана со значительным ростом летальности [59]. По сравнению с традиционной оксигенотерапией, применение НИВЛ в этой ситуации снижает риск интубации, серьезных осложнений ИВЛ и летальности в ОР [13, 56]. По результатам крупного мультицентрового исследования, НИВЛ следует проводить всем онкогематологическим пациентам с компенсированной ДН [52]. Использование НИВЛ на ранних этапах развития ОДН улучшает газообмен и позволяет снизить потребность в инвазивной ИВЛ [99, 114]. Несмотря на снижение летальности у данного контингента пациентов в ОР в течение последних десятилетий, этот показатель остается по-прежнему высоким (до 68,5 %). По данным Е. Azoulay и соавт., эффективность НИВЛ значимо снижается при уже развившемся ОРДС средней или тяжелой степени у всех пациентов [16].

Тупая травма груди (ТТГ) часто приводит к развитию тяжелой паренхиматозной ОДН вследствие контузии легких, нарушения каркаса грудной клетки и биомеханики дыхания, присоединения пневмонии. Ю. Марченков с соавт. отметили успешное применение НИВЛ в 61 % случаев

у пациентов с осложненной торакальной травмой, пневмо- и гидротораксом, при этом авторы отмечали сокращение продолжительности инвазивной ИВЛ, времени лечения в ОР и снижение госпитальной летальности по сравнению с пациентами, получавшими ИВЛ и традиционную оксигенотерапию [4]. Данные зарубежных авторов также свидетельствуют о высокой клинической эффективности применения неинвазивных методов РП при лечении таких пациентов. Было показано, что, по сравнению с традиционной оксигенотерапией, использование НИВЛ у пациентов с ТТГ и гипоксемической ОДН позволяет снизить частоту интубаций и пневмоний [53, 55]. М. Gunduz с соавт. рекомендует использовать НИВЛ как терапию первой линии у данного контингента больных в том числе и с целью «пневматической стабилизации» грудной клетки при множественных переломах ребер. А. Duggal с соавт. в систематическом обзоре отмечает, что НИВЛ может быть использована у пациентов с травмой грудной клетки со стабильной гемодинамикой, без неврологического дефицита и изменения психического статуса, а также без тяжелой гипоксемии. По оценке авторов, раннее применение НИВЛ (в течение первых 48–72 часов с момента травмы) позволяет добиться наилучших результатов лечения и выявить пациентов с потенциально тяжелой ОДН (нереспондеров НИВЛ), требующих ранней интубации и проведения инвазивной ИВЛ. Тем не менее авторы отмечают, что для оценки роли НИВЛ у данного контингента пострадавших требуется дальнейшее проведение хорошо организованных мультицентровых РКИ [40].

Паренхиматозная ОДН – манифестация гипоксемии и пациентов без хронических кардиопульмональных заболеваний, включает большой спектр заболеваний и синдромов, среди которых наиболее частыми являются пневмонии и ОРДС [106]. Использование НИВЛ у этих пациентов направлено на увеличение ФОЕ, улучшение альвеолярной вентиляции, снижение работы дыхания и частоты интубаций [85].

Как было отмечено ранее, использование НИВЛ при пневмонии связано с ее частой низкой эффективностью. Исследование, оценивающее эффективность НИВЛ при ОДН различного генеза в группе пациентов с пневмонией, показало необходимость интубации трахеи при проведении ИВЛ в 100 % случаев [58]. М. Antonelli с соавт., сравнив пациентов с гипоксемической ОДН различного генеза, выявил 50 %-ную частоту интубаций у пациентов с внебольничной пневмонией [11]. М. Confalonieri с соавт. отметили ряд случаев успешного использования НИВЛ у пациентов с ХОБЛ при заболеваемости внебольничной пневмонией [30]. Таким образом, рутинное применение НИВЛ у пациентов с пневмонией ставится под сомнение.

Известно, что у пациентов с гипоксической ОДН в условиях НИВЛ или ВИВЛ для снижения работы дыхания требуется высокий уровень поддержки инспираторным давлением, а для обеспечения оксигенации – высокий уровень положительного давления в конце выдоха (ПДКВ) [66]. Однако в соответствии с современными данными РП с такими параметрами может быть потенциально вредна для пациента, особенно с плохо настроенными другими параметрами респираторного паттерна (ускорение

инспираторного потока, триггер вдоха и выдоха, отношение «вдох/выдох» и др.). Кроме дискомфорта и десинхронии, это может вести к развитию SILI и усугублять повреждение скомпрометированных легких пациента. G. Carteaux с соавт. отметили, что при гипоксической ОДН применение НИВЛ с низким дыхательным объемом (ДО) не покрывает «инспираторных потребностей» пациента, что ведет к тахипноэ и десинхронии. Увеличение ДО до 9,5 мл/кг идеальной массы тела и более может стать причиной баро- и волюмотравмы [28]. В условиях НИВЛ ДО, необходимый пациенту, складывается из положительного инспираторного давления, генерируемого респиратором, отрицательного давления, создаваемого работой дыхательной мускулатуры пациента. Известно, что при НИВЛ именно инспираторное усилие пациента вносит существенный вклад в формирование высокого ДО. У данного контингента пациентов большие дыхательные объемы рассматриваются как серьезный фактор повреждения легких.

У пациентов с манифестацией паренхиматозной ОДН потенциальные отрицательные эффекты НИВЛ могут быть обусловлены с задержкой интубации, особенно при отсутствии эффекта после начала НИВЛ у пациентов-нереспондеров [11, 78].

Систематический обзор, проведенный R. Agarwal с соавт., и включающий в себя всего три РКИ, проведенные с 1980 по 2005 год включительно, выявил, что использование НИВЛ при ОРДС не снижает частоты интубаций и не влияет на выживаемость [7].

Обсервационное исследование LUNG SAFE показало несколько иные результаты применения НИВЛ у 436 (15,5 %) из 2813 пациентов с ОРДС вне зависимости от степени тяжести. Было показано, что частота неудач НИВЛ составила 22,2 % при легкой степени, 42,3 % – при умеренной и 47,1 % – при тяжелом течении ОРДС. Также было выявлено, что более высокая летальность при НИВЛ наблюдается у пациентов с исходным индексом оксигенации менее 150 [21].

Q. Zhan и соавт. отмечают, что положительного эффекта при использовании НИВЛ можно добиться на ранних стадиях ОРДС. Действительно, у пациентов с индексом оксигенации от 200 до 300 применение НИВЛ сократило частоту интубаций, снизило риск развития полиорганной недостаточности и внутрибольничную летальность [126].

Эти данные еще раз доказывают необходимость тщательного отбора пациентов для НИВЛ и продолжения поисков критериев, определяющих пациентов-респондеров для НИВЛ. При этом не следует начинать РП с НИВЛ в случаях тяжелой гипоксемии (индекс оксигенации менее 117–150), у пациентов с шоком, декомпенсированным ацидозом, ПОН и прогрессирующим ухудшением состояния [104].

Следует отметить, что, кроме вышеперечисленных клинических состояний, НИВЛ с успехом используется в амбулаторной практике, при транспортировке пациентов, а также при реализации РП на дому как альтернатива традиционной оксигенотерапии, а в некоторых случаях – и ИВЛ [3, 48, 71, 76, 109]. Кроме того, НИВЛ является методом при респираторной реабилитации пациентов разного профиля [1, 3, 33, 66, 74]. Учитывая, что масочная

НИВЛ и ВПО могут уменьшать одышку, кашель и контролировать гипоксемию с большей эффективностью и комфортом, по сравнению с низкопоточной оксигенотерапией, в последние годы эти методы начинают активно использоваться в паллиативной медицине, улучшая качество жизни пациентов [3, 48, 71, 76].

Для повышения клинической эффективности НИВЛ, уточнения показаний и противопоказаний для ее применения необходимы дальнейшие крупные хорошо организованные исследования, учитывающие современные данные не только о преимуществах, но и о негативных эффектах этого метода РП у разного контингента пациентов.

НИВЛ и новые респираторные технологии

Несмотря на доказанную эффективность НИВЛ в разных клинических ситуациях, этот метод РП имеет ряд ограничений, противопоказаний и недостатков, что диктует необходимость продолжения разработки и внедрения новых респираторных технологий и протоколов лечения ОДН. В настоящее время широкое распространение получила высокопоточная оксигенотерапия (ВПО). Высокая скорость потока (до 60 л/мин и более) и адекватное кондиционированной газовой смеси при ВПО обеспечивает не только улучшение газообмена при ДН различного генеза, снижение работы дыхания, комфорт пациента, но и возможность его применения у канюленосителей. В последнее время ВПО с успехом используется не только как базовый метод НИВЛ, но и в качестве терапии первой линии при ОДН различного генеза. Действительно, по ряду параметров ВПО является более эффективным и безопасным методом по сравнению с традиционной низкопоточной оксигенотерапией и масочной НИВЛ [71]. J. P. Frat с соавт. в *post hoc* – анализе показал снижение 90-дневной летальности в группе ВПО по сравнению с группами традиционной оксигенотерапии и НИВЛ, несмотря на отсутствие в группах значимой разницы в частоте интубаций [48]. Среди разных пациентов с ОДН доказана лучшая толерантность к ВПО по сравнению с НИВЛ. Использование ВПО между сеансами НИВЛ у пациентов с гипоксической ОДН позволяет более эффективно контролировать гипоксемию и сократить частоту интубаций по сравнению с применением НИВЛ и низкопоточной оксигенотерапии [47].

Представляется перспективным применение ВПО в раннем постэкстубационном периоде для предотвращения реинтубаций и профилактики развития постэкстубационной ОДН у пациентов разного профиля, особенно у канюленосителей [54]. На сегодняшний день ведется мультицентровое РКИ по изучению возможностей сочетанного использования ВПО и НИВЛ в раннем постэкстубационном периоде [116].

Появляются исследования, демонстрирующие возможность повышения клинической эффективности неинвазивной РП путем сочетанного и комбинированного использования ВПО с некоторыми методами НИВЛ (маска, total face, шлем).

Целесообразно продолжение изучения возможности дифференцированного применения разных неинвазивных респираторных технологий в сочетании с некоторыми

нереспираторными (позиционная терапия, дегидратация, рекрутинг, респираторные тренажеры и т. д.) и фармакологическими (экзогенные сурфактанты, оксид азота, противовоспалительная терапия и др.) методами терапии на разных этапах лечения ОДН.

Заключение

В настоящее время неинвазивная вентиляция легких, без сомнения, является одним из важнейших методов РП при лечении ОДН различного генеза. Существует широкий спектр показаний для НИВЛ, а его использование вместо традиционной ИВЛ и в качестве терапии первой линии во многих клинических ситуациях является оправданным. Клиническая эффективность, простота реализации, минимум осложнений, широкий выбор методик и интерфейсов обеспечивают широкое клиническое применение этого метода в стационаре и вне его у самого разного контингента пациентов с ОДН различного генеза.

Вместе с тем следует отметить более трудоемкий процесс проведения НИВЛ в повседневной клинической практике (выбор метода и интерфейса, подбор и коррекция параметров, профилактика развития SILI, контакт и обратная связь с пациентом, мониторинг, оценка эффективности и др.) по сравнению с рутинной ИВЛ (интубация и медикаментозная седация, мониторинг). Также следует подчеркнуть, что эффективность НИВЛ сильно зависит не только от тщательного отбора пациентов, но и от опыта врачебного и среднего медицинского персонала. Поэтому часто причиной низкой эффективности НИВЛ могут быть не только ограничение возможностей этого метода, но и недооценка тяжести состояния пациента, несвоевременная диагностика нарастания ОДН, ненадлежащий мониторинг и недостаточный клинический опыт.

Сегодня применение высокопоточной оксигенотерапии во многих ситуациях не уступает НИВЛ, а результаты исследований показывают отсутствие у ВПО многих недостатков, присущих масочной НИВЛ. Это было продемонстрировано в том числе при лечении в разных странах пациентов с новой вирусной инфекцией COVID-19. Поэтому необходимо продолжение изучения клинической эффективности ВПО.

Научное обоснование, разработка и внедрение новых алгоритмов дифференцированного сочетанного, комбинированного и персонифицированного применения НИВЛ, ВПО, способов соединения «респиратор – пациент» и адьювантных методов коррекции нарушений газообмена представляется наиболее перспективным направлением эволюции респираторной помощи при лечении ДН различного генеза.

Список литературы / References

1. Кассиль В. Л., Выжигина М. А., Хапий Х. Х. Механическая вентиляция легких в анестезиологии и интенсивной терапии. Москва: МЕДпресс-информ, 2009, 608 с. Kassil V. L., Vyzhigina M. A., Khapiy Kh. Kh. Mechanical ventilation of the lungs in anesthesiology and intensive care, Moscow: MEDpress-inform, 2009, 608 p.
2. Власенко А. В., Грицан А. И., Ярошеский А. И. и др. Диагностика и интенсивная терапия острого респираторного дистресс-синдрома. Клинические рекомендации ФАР, 2016, Т. 61, № 1, С. 62–70. Vlasenko A. V., Gritsan A. I., Yaroshetskiy A. I. and other Diagnostics and intensive care of acute respiratory distress syndrome. Clinical guidelines PAR, 2016, T. 61, No. 1, P. 62–70.
3. Власенко А. В., Евдокимов Е. А., Родионов Е. П. Концепция мультидисциплинарного и дифференцированного лечения тяжелой острой дыхательной недостаточности. Часть I. Медицинский алфавит, 2018, Т. 2 (Неотложная медицина), № 17, С. 12–18.

- Vlasenko A.V., Evdokimov E.A., Rodionov E.P. The concept of multidisciplinary and differentiated treatment of severe acute respiratory failure. Part I. Medical Alphabet, 2018, Vol. 2 (Emergency Medicine), No. 17, pp. 12–18.
4. Марченков Ю.В., Мороз В.В. Неинвазивная вентиляция легких у больных с тяжелой осложненной торакальной травмой. Пульмонология, 2011, № 2, С. 54–59. Marchenkov Yu.V., Moroz V.V. Non-invasive ventilation of the lungs in patients with severe complicated thoracic trauma. Pulmonology, 2011, No. 2, pp. 54–59.
 5. Моисеев В.С., Терещенко С.Н., Павликова Е.П., Явелов И.С. Диагностика и лечение острой сердечной недостаточности. Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2006, Т. 5, № 6. Moiseev V.S., Tereshchenko S.N., Pavlikova E.P., Yavelov I.S. Diagnosis and treatment of acute heart failure. Cardiovascular therapy and prevention, 2006, V. 5, No. 6.
 6. Рабочая группа GOLD. Глобальная стратегия диагностики, лечения и профилактики хронической обструктивной болезни легких (пересмотр 2014 г.). Москва: Российское респираторное общество, 2015, 92. Working group GOLD. Global strategy for the diagnosis, treatment and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (2014 revision). Moscow: Russian Respiratory Society, 2015, 92.
 7. Agarwal R., Reddy C. et al. Is there a role for noninvasive ventilation in acute respiratory distress syndrome? A meta-analysis. Respiratory Medicine, 2006, Vol. 100, No. 12, P. 2235–2238.
 8. American Thoracic Society, European Respiratory Society and European Society of Critical Care Medicine. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: noninvasive positive pressure ventilation in acute Respiratory failure. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2001, Vol. 163, No. 1 P. 283–291.
 9. Antonelli M., Conti G., Esquinas A., et al. A multiple-center survey on the use in clinical practice of noninvasive ventilation as a first-line intervention for acute respiratory distress syndrome. Critical Care Medicine, 2007, Vol. 35, No. 1, P. 18–25.
 10. Antonelli M., Conti G., Riccioni L., et al. Noninvasive positive-pressure ventilation via face mask during bronchoscopy with BAL in high-risk hypoxemic patients. Chest, 1996, Vol. 110, No. 3, P. 724–728.
 11. Antonelli M., Conti G., Moro M.L., et al. Predictors of failure of noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a multi-center study. Intensive Care Medicine, 2001, Vol. 27, No. 11, P. 1718–1728.
 12. Antonelli M., Conti G., Rocco M., et al. Noninvasive positive-pressure ventilation vs. conventional oxygen supplementation in hypoxemic patients undergoing diagnostic bronchoscopy. Chest, 2002, Vol. 121, No. 4, P. 1149–1154.
 13. Antonelli M., Conti G., Bui M., et al. Noninvasive ventilation for treatment of acute respiratory failure in patients undergoing solid organ transplantation: a randomized trial. JAMA, 2000, Vol. 283, No. 2, P. 235–241.
 14. Artigas A., Bernard G.R., Carlet J., et al. The American-European Consensus Conference on ARDS, Part 2. Ventilatory, Pharmacologic, Supportive Therapy, Study Design Strategies, and Issues Related to Recovery and Remodeling. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 1998, Vol. 157, No. 4, P. 1332–1347.
 15. Auriant I., Jallot A., et al. Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following lung resection. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2001, Vol. 164, No. 7, P. 1231–1235.
 16. Azoulay E., Lemiale V., Mokart D., et al. Acute respiratory distress syndrome in patients with malignancies. Intensive Care Medicine, 2014, Vol. 40, No. 8, P. 1106–1114.
 17. Bach J.R., Valenza J.P. The Patient with Paralytic or Restrictive Pulmonary Dysfunction: Standards of Care, Assistive Technology, and Ethics. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America, 1993, Vol. 7, No. 2, P. 367–388.
 18. Bach J.R., Alba A.S., Bohaduk G., et al. Mouth intermittent positive pressure ventilation in the management of postpolio respiratory insufficiency. Chest, 1987, Vol. 91, No. 6, P. 859–864.
 19. Baillard C., Fosse J.P., et al. Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2006, Vol. 174, No. 2, P. 171–177.
 20. Barach A.L., Martin J., Eckman M. Positive pressure ventilation and its application to the treatment of acute pulmonary edema. Annals of Internal Medicine, 1938, No. 12, P. 754–792.
 21. Bellani G., Laffey J.G., Pham T., et al. Noninvasive Ventilation of Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. Insights from the LUNG SAFE Study. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2017, Vol. 195, No. 1, P. 67–77.
 22. Boff J., Carroll M.P., Conway J.H., et al. Randomised controlled trial of nasal ventilation in acute ventilatory failure due to chronic obstructive airways disease. Lancet, 1993, Vol. 341, No. 8860, P. 1555–1557.
 23. Brochard L., Mancebo J., Wysocki M., et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. The New England Journal of Medicine, 1995, Vol. 333, No. 13, P. 817–822.
 24. Brochard L., Slutsky A., Pesenti A. Mechanical Ventilation to Minimize Progression of Lung Injury in Acute Respiratory Failure. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2017, Vol. 195, No. 4, P. 438–442.
 25. Burns K.E., Meade M.O., et al. Noninvasive positive-pressure ventilation as a weaning strategy for intubated adults with respiratory failure. The Cochrane Database of Systematic Reviews, 2013, Vol. 12.
 26. Carrillo A., Ferrer M., et al. Noninvasive ventilation in acute hypercapnic respiratory failure caused by obesity hypoventilation syndrome and chronic obstructive pulmonary disease. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2012, Vol. 186, No. 12, P. 1279–1285.
 27. Carroll N., Branthwaite M.A. Control of nocturnal hypoventilation by nasal intermittent positive pressure ventilation. Thorax, 1988, Vol. 43, P. 349–353.
 28. Carteaux G., et al. Failure of Noninvasive Ventilation for De Novo Acute Hypoxemic Respiratory Failure: Role of Tidal Volume. Critical Care Medicine, 2016, Vol. 44, No. 2, P. 282–290.
 29. Chiumello D., Pelosi P., et al. Noninvasive positive pressure ventilation delivered by helmet vs. standard face mask. Intensive Care Medicine, 2003, Vol. 29, No. 10, P. 1671–1679.
 30. Confalonieri M., Potena A., et al. Acute respiratory failure in patients with severe community-acquired pneumonia. A prospective randomized evaluation of noninvasive ventilation. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 1999, Vol. 160, No. 5, Pt 1, P. 1585–1591.
 31. Conti G., Gregoret C., et al. Influence of different interfaces on synchrony during pressure support ventilation in a pediatric setting: a bench study. Respiratory Care, 2015, Vol. 60, No. 4, P. 498–507.
 32. Contou D., Fragnoli C., et al. Noninvasive ventilation for acute hypercapnic respiratory failure: intubation rate in an experienced unit. Respiratory Care, 2013, Vol. 58, No. 12, P. 2045–2052.
 33. Corrêa T.D., Sanches P.R., et al. Performance of noninvasive ventilation in acute respiratory failure in critically ill patients: a prospective, observational, cohort study. BMC Pulmonary Medicine, 2015, Vol. 15, No. 144.
 34. Costa R., Navalesi P., et al. Influence of ventilator settings on patient-ventilator synchrony during pressure support ventilation with different interfaces. Intensive Care Medicine, 2010, Vol. 36, No. 8, P. 1363–1370.
 35. Crane S.D., Elliott M.W., et al. Randomised controlled comparison of continuous positive airways pressure, bilevel non-invasive ventilation, and standard treatment in emergency department patients with acute cardiogenic pulmonary oedema. Emergency Medicine Journal, 2004, Vol. 21, No. 2, P. 155–161.
 36. Díaz G.G., Alcaraz A.C., et al. Noninvasive positive-pressure ventilation to treat hypercapnic coma secondary to respiratory failure. Chest, 2005, Vol. 127, No. 3, P. 952–960.
 37. Da Conceicao M., Genco G., et al. Fiberoptic bronchoscopy during noninvasive positive-pressure ventilation in patients with chronic obstructive lung disease with hypoxemia and hypercapnia. Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation, 2000, Vol. 19, No. 4, P. 231–236.
 38. Delclaux C., L'Her E., et al. Treatment of acute hypoxemic nonhypercapnic respiratory insufficiency with continuous positive airway pressure delivered by a face mask: A randomized controlled trial. JAMA, 2000, Vol. 284, No. 18, P. 2352–2360.
 39. Demoule A., Girou E., et al. Benefits and risks of success or failure of noninvasive ventilation. Intensive Care Medicine, 2006, Vol. 32, No. 11, P. 1756–1765.
 40. Duggal A., Perez P., Golan E., et al. Safety and efficacy of noninvasive ventilation in patients with blunt chest trauma: a systematic review. Critical Care, 2013, Vol. 17, No. 4.
 41. Elliott M.W., Ambrosino N. Noninvasive ventilation: a decade of progress. European Respiratory Journal, 2002, Vol. 19, P. 587–589.
 42. Ergon B., Nasifowski J., Winck J.C. How should we monitor patients with acute respiratory failure treated with noninvasive ventilation? European Respiratory Review, 2018, Vol. 27, No. 148.
 43. Esteban A., Frutos-Vivar F., et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. The New England Journal of Medicine, 2004, Vol. 350, No. 24, P. 2452–2460.
 44. Ferrer M., Esquinas A., et al. Noninvasive ventilation during persistent weaning failure: a randomized controlled trial. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2003, Vol. 168, No. 1, P. 70–76.
 45. Ferrer M., Sellares J., et al. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2006, Vol. 173, No. 2, P. 164–170.
 46. Ferrer M., Valencia M., et al. Non-invasive ventilation after extubation in hypercapnic patients with chronic respiratory disorders: randomised controlled trial. Lancet, 2009, Vol. 374, No. 9695, P. 1082–1088.
 47. Frat J.P., Bugiere B., et al. Sequential application of oxygen therapy via high-flow nasal cannula and noninvasive ventilation in acute respiratory failure: an observational pilot study. Respiratory Care, 2015, Vol. 60, No. 2, P. 170–178.
 48. Frat J.P., Thille A.W., et al. High-Flow Oxygen through Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. The New England Journal of Medicine, 2015, Vol. 372, No. 23, P. 2185–2196.
 49. Ganesh A., Shenoy S., et al. Use of noninvasive ventilation in adult patients with acute asthma exacerbation. American Journal of Therapeutics, 2015, Vol. 22, No. 6, P. 431–434.
 50. Gay P.C. Complications of noninvasive ventilation in acute care. Respiratory Care, 2009, Vol. 54, No. 2, P. 246–257.
 51. Global Initiative for Asthma. Global Strategy for Asthma Management and Prevention, 2020, P. 210.
 52. Gristina G.R., Antonelli M., et al. Noninvasive versus invasive ventilation for acute respiratory failure in patients with hematologic malignancies: a 5-year multicenter observational survey. Critical Care Medicine, 2011, Vol. 39, No. 10, P. 2232–2239.
 53. Gunduz M., Unlugenc H., et al. A comparative study of continuous positive airway pressure (CPAP) and intermittent positive pressure ventilation (IPPV) in patients with flail chest. Emergency Medicine Journal, 2005, Vol. 22, No. 5, P. 325–329.
 54. Hernández G., Fernández R., et al. Effect of Postextubation High-Flow Nasal Cannula vs Noninvasive Ventilation on Reintubation and Postextubation Respiratory Failure in High-Risk Patients: A Randomized Clinical Trial. JAMA, 2016, Vol. 316, No. 15, P. 1565–1574.
 55. Hernandez G., Vaquero C., et al. Noninvasive ventilation reduces intubation in chest trauma-related hypoxemia: a randomized clinical trial. Chest, 2010, Vol. 137, No. 1, P. 74–80.
 56. Hilbert G., Gruson D., et al. Noninvasive ventilation in immunosuppressed patients with pulmonary infiltrates, fever, and acute respiratory failure. The New England Journal of Medicine, 2001, Vol. 344, No. 7, P. 481–487.
 57. Hill N.S. Complications of noninvasive positive pressure ventilation. Respiratory Care, 1997, Vol. 42, No. 4, P. 432–442.
 58. Honrubia T., et al. Noninvasive vs conventional mechanical ventilation in acute respiratory failure: a multicenter, randomized controlled trial. Chest, 2005, Vol. 128, No. 6, P. 3916–3924.
 59. Huaranga A.J., Leyva F.J., et al. Outcome of bone marrow transplantation patients requiring mechanical ventilation. Critical Care Medicine, 2000, Vol. 28, No. 4, P. 1014–1017.
 60. Jaber S., Chanques G., et al. Effect of Noninvasive Ventilation on Tracheal Reintubation Among Patients with Hypoxemic Respiratory Failure Following Abdominal Surgery: A Randomized Clinical Trial. JAMA, 2016, Vol. 315, No. 13, P. 1345–1353.
 61. Jaber S., Delay J.M., Chanques G., et al. Outcomes of patients with acute respiratory failure after abdominal surgery treated with noninvasive positive pressure ventilation. Chest, 2005, Vol. 128, No. 4, P. 2688–2695.
 62. Jaber S., Chanques G., Jung B. Postoperative noninvasive ventilation. Anesthesiology, 2010, Vol. 112, No. 2, P. 453–461.
 63. Keenan S.P., Sinuff T., et al. Which patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease benefit from noninvasive positive-pressure ventilation? A systematic review of the literature. Annals of Internal Medicine, 2003, Vol. 138, No. 11, P. 861–870.
 64. Kerby G.R., Moyer L.S., Pingleton S.K. Nocturnal positive pressure ventilation via nasal mask. American Review of Respiratory Disease, 1987, Vol. 135, P. 738–740.
 65. Kindgen-Milles D., et al. Nasal-continuous positive airway pressure reduces pulmonary morbidity and length of hospital stay following thoracoabdominal aortic surgery. Chest, 2005, Vol. 128, No. 2, P. 821–828.
 66. L'Her E., Deye N., et al. Physiologic effects of noninvasive ventilation during acute lung injury. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2005, Vol. 172, No. 9, P. 1112–1118.
 67. Lightowler J.V., Wedzicha J.A., et al. Non-invasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. BMJ, 2003, Vol. 326, No. 7382, P. 1885–189.
 68. Lim W.J., et al. Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to severe acute exacerbations of asthma. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2012, Vol. 12.
 69. Lindenauer P.K., Stefan M.S., Shieh M.S., et al. Outcomes associated with invasive and noninvasive ventilation among patients hospitalized with exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. JAMA Internal Medicine, 2014, Vol. 174, No. 12, P. 1382–1393.
 70. Masa J.F., Utrabo I., et al. Noninvasive ventilation for severely acidotic patients in respiratory intermediate care units: Precision medicine in intermediate care units. BMC Pulmonary Medicine, 2016, Vol. 16, No. 1, P. 97.
 71. Masclans J.R., Pérez-Terán P., Roca O. The role of high-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. Medicina intensiva, 2015, Vol. 39, No. 8, P. 505–515.
 72. Masip J., Peacock W.F., Price S., et al. Indications and practical approach to non-invasive ventilation in acute heart failure. European Heart Journal, 2018, Vol. 39, No. 1, P. 17–25.

73. Masip J., Roque M., et al. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: systematic review and meta-analysis. *JAMA*, 2005, Vol. 294, No. 24, P. 3124–3130.
74. Meduri G.U., Conoscenti C.C., Menashe P., et al. Noninvasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest*, 1989, Vol. 95, No. 4, P. 865–870.
75. Mehta S., Joy G.D., Woolard R.H., et al. Randomized, prospective trial of bilevel versus continuous positive airway pressure in acute pulmonary edema. *Critical Care Medicine*, 1997, Vol. 25, No. 4, P. 620–628.
76. Mehta S. Neuromuscular disease causing acute respiratory failure. *Respiratory Care*, 2006, Vol. 51, No. 9, P. 1016–1021.
77. Mehta S., Hill N.S. Noninvasive Ventilation. *American Journal and Critical Care Medicine*, 2001, Vol. 163, No. 2, P. 540–577.
78. Mosier J.M., Sakles J.C., Whitmore S.P., et al. Failed noninvasive positive-pressure ventilation is associated with an increased risk of intubation-related complications. *Annals of Intensive Care*, 2015, Vol. 5, No. 4.
79. Motley H.L., Werko L., Courand A., et al. Observations on the clinical use of positive pressure. *Journal of Aviation Medicine*, 1947, No. 18, P. 417–435.
80. Muraoka K., Tomii K., Chin K., et al. The use of non-invasive ventilation for life-threatening asthma attacks: Changes in the need for intubation. *Respirology*, 2010, Vol. 15, No. 4, P. 714–720.
81. Naughton M.T., Rahman M.A., Hara K., et al. Effect of continuous positive airway pressure on intrathoracic and left ventricular transmural pressures in patients with congestive heart failure. *Circulation*, 1995, Vol. 91, No. 6, P. 1725–1731.
82. Nava S., Carbone G., diBattista N., et al. Noninvasive ventilation in cardiogenic pulmonary edema: a multicenter randomized trial. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2003, Vol. 168, No. 12, P. 1432–1437.
83. Nava S., Gregoretti C., Fanfulla F., et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Critical Care Medicine*, 2005, Vol. 33, No. 11, P. 2465–2470.
84. Nava S., Ceriana P. Causes of Failure of Noninvasive Mechanical Ventilation. *Respiratory Care*, 2004, Vol. 49, No. 3, P. 295–303.
85. Nava S., Hill N. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Lancet*, 2009, Vol. 374, No. 9685, P. 250–259.
86. Nava S., Navalesi P., Gregoretti C. Interfaces and humidification for noninvasive mechanical ventilation. *Respiratory Care*, 2009, Vol. 54, No. 1, P. 71–84.
87. Nieman G.F., Satalin J., Andrews P., et al. Personalizing Mechanical Ventilation according to physiologic parameters to stabilize alveoli and minimize ventilator induced lung injury (VILI). *Intensive Care Medicine Experimental*, 2017, Vol. 5, No. 8.
88. Oda S., Otaki K., Yoshima N., et al. Work of breathing using different interfaces in spontaneous positive pressure ventilation: helmet, face-mask, and endotracheal tube. *Journal of anesthesia*, 2016, Vol. 30, No. 4, P. 653–662.
89. O'Donnell D.E., Parker C.M. COPD exacerbations. *Pathophysiology. Thorax*, 2006, Vol. 61, No. 4, P. 354–361.
90. Ortega González A., et al. Evolution of patients with chronic obstructive pulmonary disease, obesity hypoventilation syndrome or congestive heart failure in a respiratory monitoring unit. *Archivos de Bronconeumología*, 2006, Vol. 42, No. 9, P. 423–429.
91. Osadnik C.R., Tee V.S., et al. Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017, Vol. 13, No. 7.
92. Pang D., Keenan S.P., Cook D.J., et al. The effect of positive pressure airway support on mortality and the need for intubation in cardiogenic pulmonary edema: a systematic review. *Chest*, 1998, Vol. 114, No. 4, P. 1185–1192.
93. Parker J.C., Hernandez L.A., Peevy K.J. Mechanisms of ventilator-induced lung injury. *Critical Care Medicine*, 1993, Vol. 21, No. 1, P. 131–143.
94. Perkins G.D., Mistry D., Gates S., et al. Effect of Protocolized Weaning with Early Extubation to Noninvasive Ventilation vs Invasive Weaning on Time to Liberation From Mechanical Ventilation Among Patients With Respiratory Failure. *The Breathe Randomized Clinical Trial. JAMA*, 2018, Vol. 320, No. 18, P. 1881–1888.
95. Peter J.V., Moran J.L., et al. Effect of non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) on mortality in patients with acute cardiogenic pulmonary edema: a meta-analysis. *Lancet*, 2006, Vol. 367, No. 9517, P. 1155–1163.
96. Pierson D.J. Noninvasive Positive Pressure Ventilation: History and Terminology. *Respiratory Care*, 1997, Vol. 42, No. 4, P. 370–379.
97. Pisani L., Carlucci A., Nava S. Interfaces for noninvasive mechanical ventilation: technical aspects and efficiency. *Minerva Anestesiologica*, 2012, Vol. 78, No. 19, P. 1154–1161.
98. Plant P.K., Owen J.L., Elliott M.W. Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*, 2000, T. 355, No. 9219, P. 1931–1935.
99. Principi T., Pantanetti S., Catani F., et al. Noninvasive continuous positive airway pressure delivered by helmet in hematological malignancy patients with hypoxemic acute respiratory failure. *Intensive Care Medicine*, 2004, Vol. 30, No. 1, P. 147–150.
100. Racca F., Del Sorbo L., Mongini T., et al. Respiratory management of acute respiratory failure in neuromuscular diseases. *Minerva Anestesiologica*, 2010, Vol. 76, No. 1, P. 51–62.
101. Rana S., Jenad H., Gay P.C., et al. Failure of non-invasive ventilation in patients with acute lung injury: observational cohort study. *Critical Care*, 2006, Vol. 10, No. 3, P. 72–79.
102. Restrepo R.D., Walsh B.K. Humidification During Invasive and Noninvasive Mechanical Ventilation. *Respiratory Care*, 2012, Vol. 57, No. 5, P. 782–788.
103. Roca O., Masclans J.R. Interfaces in non-invasive ventilation: one mask doesn't fit all. *Minerva Anestesiologica*, 2015, Vol. 81, No. 5, P. 478–479.
104. Rochwerg B., Brochard L., Elliott M.W., et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *The European Respiratory Journal*, 2017, Vol. 50, No. 2.
105. Rodriguez A.M., Scala R., Soroksky A., et al. Clinical review: Humidifiers during non-invasive ventilation – key topics and practical implications. *Critical care*, 2012, Vol. 16, No. 1.
106. Scala R., Pisani L. Noninvasive ventilation in acute respiratory failure: which recipe for success? *European Respiratory Review*, 2018, Vol. 27.
107. Sequeira Telma C.A., BaHammam A.S., Esquinas A.M. Noninvasive Ventilation in the Critically Ill Patient with Obesity Hypoventilation Syndrome: A Review. *Journal of Intensive Care Medicine*, 2017, Vol. 32, No. 7, P. 421–428.
108. Simonds A.K., Muntoni F., Heather S., et al. Impact of nasal ventilation on survival in hypercapnic Duchenne muscular dystrophy. *Thorax*, 1998, Vol. 53, No. 11, P. 949–952.
109. Simonds A.K. Home Mechanical Ventilation: An Overview. *Annals of the American Thoracic Society*, 2016, Vol. 13, No. 111, P. 2035–2044.
110. Slutsky A.S. History of Mechanical Ventilation. From Vesalius to Ventilator-induced Lung Injury. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2015, Vol. 191, No. 10, P. 1106–1115.
111. Soo Hoo G.W., Santiago S., Williams A.J. Nasal mechanical ventilation for hypercapnic respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease: determinants of success and failure. *Critical Care Medicine*, 1994, Vol. 2, No. 8, P. 1253–1261.
112. Soroksky A., Stav D., Shpirer I. A pilot prospective, randomized, placebo-controlled trial of bilevel positive airway pressure in acute asthmatic attack. *Chest*, 2003, Vol. 123, No. 4, P. 1018–1025.
113. Squadrone V., Coha M., Cerutti E., et al. Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia: a randomized controlled trial. *JAMA*, 2005, Vol. 293, No. 5, P. 589–595.
114. Squadrone V., Massia M., Bruno B., et al. Early CPAP prevents evolution of acute lung injury in patients with hematologic malignancy. *Intensive Care Medicine*, 2010, Vol. 36, No. 10, P. 1666–1674.
115. The ARDS Definition Task Force. Acute Respiratory Distress Syndrome. *The Berlin Definition. JAMA*, 2012, Vol. 307, No. 23, P. 2526–2533.
116. Thille A.W., Muller G., Gacouin A., et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy alone or with non-invasive ventilation during the weaning period after extubation in ICU: the prospective randomised controlled HIGH-WEAN protocol. *BMJ Open*, 2018, Vol. 8, No. 9.
117. Thille A.W., Harrois A., Shortgen F., et al. Outcomes of extubation failure in medical intensive care unit patients. *Critical Care Medicine*, 2011, Vol. 39, No. 12, P. 2612–2618.
118. Tonetti F., Vasques F., Rapetti F., et al. Driving pressure and mechanical power: new targets for VILI prevention. *Annals of Translational Medicine*, 2017, Vol. 5, No. 14, P. 286.
119. Vaschetto R., De Jong A., Conseil M., et al. Comparative evaluation of three interfaces for non-invasive ventilation: a randomized cross-over design physiologic study on healthy volunteers. *Critical Care*, 2014, Vol. 18, No. 1, P. 22.
120. Vital F.M., Ladeira M.T., Atallah A.N. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015, Vol. 31, No. 5.
121. Webb H.H., Tierney D.F. Experimental Pulmonary Edema due to Intermittent Positive Pressure Ventilation with High Inflation Pressures. *Protection by Positive End-Expiratory Pressure. American Review of Respiratory Disease*, 1974, Vol. 110, No. 5, P. 556–565.
122. Wilkes A.R. Heat and moisture exchangers and breathing system filters: their use in anaesthesia and intensive care. Part 1 – history, principles and efficiency. *Anaesthesia*, 2011, Vol. 66, No. 1, P. 31–39.
123. Williams R., Rankin N., Smith T., et al. Relationship between the humidity and temperature of inspired gas and the function of the airway mucosa. *Critical Care Medicine*, 1996, Vol. 24, No. 11, p. 1920–1929.
124. Wilson G.N., Piper A.J., Norman M., et al. Nasal versus full face mask for noninvasive ventilation in chronic respiratory failure. *The European Respiratory Journal*, 2003, Vol. 23, No. 4, P. 605–609.
125. Winck J.C., Azevedo L.F., et al. Efficacy and safety of non-invasive ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care*, 2006, Vol. 10, No. 2, P. 69.
126. Zhan Q., Sun B., Liang L., et al. Early use of noninvasive positive pressure ventilation for acute lung injury: a multicenter randomized controlled trial. *Critical Care Medicine*, 2012, Vol. 40, No. 2, P. 455–460.

Статья поступила / Received 31.08.2021

Получена после рецензирования / Revised 15.09.2021

Принята к публикации / Accepted 17.09.2021

Сведения об авторах

Власенко Алексей Викторович, д.м.н., проф. кафедры анестезиологии и неотложной медицины¹, зав. отделением реанимации № 32², лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники.
ORCID: 0000-0003-4535-2563. E-mail: dr.vlasenko67@mail.ru

Корякин Альберт Геннадьевич, врач – анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации № 32². E-mail: koriainalbert@gmail.com

Евдокимов Евгений Александрович, д.м.н., проф., зав. кафедрой анестезиологии и неотложной медицины¹, заслуженный врач Российской Федерации. E-mail: ea_evdokimov@mail.ru

Клюев Иван Сергеевич, клинический ординатор кафедры анестезиологии и неотложной медицины¹. E-mail: dockluev@gmail.com

¹ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

²ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница имени С.П. Боткина Департамента здравоохранения Москвы»

Автор для переписки: Власенко Алексей Викторович. E-mail: dr.vlasenko67@mail.ru

Для цитирования: Власенко А.В., Корякин А.Г., Евдокимов Е.А., Клюев И.С. Неинвазивная вентиляция легких в отделении реанимации: вчера, сегодня, завтра (обзор литературы). *Медицинский алфавит*. 2021; (25): 42–51. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-25-42-51>

About authors

Vlasenko Alexey V., DM Sci, professor at Dept of Anesthesiology and Emergency Medicine¹, head of Resuscitation Dept No. 32², laureate of the Russian Government Prize in the field of science and technology.
ORCID: 0000-0003-4535-2563. E-mail: dr.vlasenko67@mail.ru

Koryakin Albert G., anesthesiologist-resuscitator of Intensive Care Unit No. 32². E-mail: koriainalbert@gmail.com

Evdokimov Evgeniy A., DM Sci, professor, head of Dept of Anesthesiology and Emergency Medicine¹, Honored Doctor of the Russian Federation. E-mail: ea_evdokimov@mail.ru

Klyuev Ivan S., clinical resident of Dept of Anesthesiology and Emergency Medicine¹. E-mail: dockluev@gmail.com

¹Russian Medical Academy for Continuing Professional Education, Moscow, Russia

²City Clinical Hospital n.a. S.P. Botkin, Moscow, Russia

Corresponding author: Vlasenko Alexey V. E-mail: dr.vlasenko67@mail.ru

For citation: Vlasenko A.V., Koryakin A.G., Evdokimov E.A., Klyuev I.S. Non-invasive ventilation in intensive care unit: yesterday, today, tomorrow (literature review). *Medical alphabet*. 2021; (25): 42–51. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-25-42-51>

